

国家自然科学基金资助项目
50278062

LINGO 8.0

LINGO 8.0

LINGO 8.0

LINGO 8.0

LINGO 8.0及其在环境系统优化中的应用

LINGO 8.0及其在环境系统优化中的应用

张宏伟 牛志广 编著



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

X21-39
Z-395

基金资助项目 50278062

LINGO 8.0 及其在 环境系统优化中的应用

张宏伟 牛志广 编著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

LINGO 8.0 是由美国 LINDO Systems 公司开发的系列最优化软件之一。该软件具有强大的模型表达和求解能力,操作简便,界面友好,深受广大科研工作者的喜爱。本书首先介绍了 LINGO 模型语言的基本知识,包括集合、变量、域、运算符和函数等,然后对 LINGO 软件的窗口命令和命令行命令作了详细的说明,接着又介绍了 LINGO 软件的一些外部接口技术,包括与外部文件、电子数据表、数据库以及其他应用程序等的接口,最后利用 LINGO 建立和求解了一些环境系统优化方面的模型,为这方面的研究开拓了一条新的思路。

本书可作为高等院校环境工程专业、系统工程专业以及其他经管、理工类专业的专科生、本科生以及研究生的教材,也可作为广大科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

LINGO 8.0 及其在环境系统优化中的应用/张宏伟,牛志广编著. —天津:天津大学出版社,2005.10

ISBN 7-5618-2211-1

I . L... II . ①张... ②牛... III . 环境系统 - 最优化算法 - 应用软件, LINGO 8.0 IV . X21 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116037 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 19.5
字 数 511 千
版 次 2005 年 10 月第 1 版
印 次 2005 年 10 月第 1 次
印 数 1 - 2 500
定 价 32.00 元

前 言

LINGO 软件是由美国 LINDO Systems 公司出品的科学计算软件,主要用于求解非线性规划数学模型,在社会的各个领域都有广泛的使用。该软件从 20 世纪 80 年代发展到现在,已经逐步走向成熟,使用起来非常方便,和其他软件的配合能力也日益加强。对于使用者来说,LINGO 的模型语言规则简单,只要具备基本的计算机语言能力便可使用该软件。

运用 LINGO 软件建立和求解像环境系统优化模型这样复杂的模型,可以大大减轻科研工作者研究数学方法的负担。以往,当一个成熟的模型问世以后,往往由于变量、关系式以及约束条件类型众多或形式复杂,使得一般的数学手段不能奏效,所以模型的求解仍需要花费大量的精力和时间,而 LINGO 软件能够很好地协助科研工作者完成模型求解的工作。

本书共有 13 章,可划分为三大部分。第一部分(第 1 章~第 6 章)主要介绍 LINGO 模型语言的基本概念以及 LINGO 软件的基本使用方法,包括 LINGO 的概述,LINGO 模型中集合、变量、数据域和初始化域等组成部分的概念、定义方法等,使用 Windows 版本的 LINGO 软件时需要用到的窗口命令,其他操作系统下 LINGO 软件以及书写 LINGO 脚本文件时用到的命令行命令。第二部分(第 7 章~第 12 章)主要介绍建立和求解 LINGO 模型以及开发用户自己的应用程序时所需的必备知识,其中包括 LINGO 模型中的运算符,函数的类型和使用方法,LINGO 与外部文件、电子数据表、数据库的接口技术,还特别介绍了开发用户在自己的应用程序时需要用到的 LINGO 与其他应用软件(如 Visual Basic、Visual C++、Delphi 等)的接口技术,最后简单介绍了数学模型的类型以及在 LINGO 中相应求解方法的特点,帮助用户建立最为适用的模型。第三部分(第 13 章)主要收集了一些在环境系统优化领域中较为经典的例子,并使用 LINGO 建立和求解相应的模型,证明了 LINGO 软件的有效性和实用性。

本书内容全面,涉及 LINGO 模型语言和软件的所有知识,且阐述细致入微,在叙述每一部分内容时均考虑到不同层次用户的需要,力争做到通俗易懂,深入浅出;在环境系统优化方面的应用,不仅能够为环境方面的科研工作者提供新思路,还能为解决其他领域的最优化问题提供参考。

本书可作为高等院校环境工程专业、系统工程专业以及其他经管、理工类专业的专科生、本科生以及研究生的教材,也可作为广大科研人员的参考书。

在本书的编写过程中,得到了美国 LINDO Systems 公司的大力支持,得到了使用其电子帮助文档的许可(试用版本和相应的电子帮助文档可在其网站 www.lindo.com 下载),在此对该公司表示衷心感谢。

在这里需要特别感谢王亮、郭祎萍、孙亚梅、岳琳、李蕾、张永举,他们在文稿翻译、例题验证、模型编写以及成书过程中做了大量的工作,还需要感谢天津大学学报编辑部的王新英老师对我们的指导。

如果本书能够对读者有所帮助,将是我们的荣幸。由于水平有限、经验不足,错误和不当之处在所难免,诚请读者批评指正。

编者

2005 年 8 月于北洋园

目 录

第 1 章 LINGO 概述	(1)
1.1 Windows 版本的 LINGO 使用简介	(1)
1.1.1 安装 LINGO	(1)
1.1.2 运行 LINGO	(1)
1.1.3 LINGO 模型实例	(3)
1.1.4 模型的求解	(4)
1.1.5 求解状态窗口	(5)
1.1.6 模型结果报告	(10)
1.1.7 保存	(10)
1.2 在其他操作系统中使用 LINGO	(10)
1.2.1 命令行提示	(10)
1.2.2 在命令行中输入模型	(11)
1.2.3 在命令行中求解模型	(11)
1.2.4 在命令行中打印和保存	(12)
1.3 研究模型的结果报告	(12)
1.3.1 介绍	(12)
1.3.2 Reduced Cost(降低的成本)	(12)
1.3.3 Slack(松弛变量值) or Surplus(剩余变量值)	(13)
1.3.4 Dual Price(对偶变量值)	(13)
1.4 LINGO 模型语言介绍	(13)
1.4.1 LINGO 模型语言的特点	(13)
1.4.2 运输模型	(14)
1.5 LINGO 语言的其他特征	(21)
1.5.1 约束条件的命名	(21)
1.5.2 模型的标题	(22)
1.6 问题的最大规模	(23)
第 2 章 集合的使用	(24)
2.1 使用集合的目的	(24)
2.2 集合简介	(24)
2.3 模型的集合域	(25)
2.3.1 基本集合的定义	(25)
2.3.2 衍生集合的定义	(26)
2.3.3 总结	(28)
2.4 模型的数据域	(29)

2.5 集合循环函数	(30)
2.5.1 @SUM 函数	(31)
2.5.2 @MIN 和 @MAX 函数	(31)
2.5.3 @FOR 函数	(32)
2.5.4 嵌套的集合循环函数	(33)
2.5.5 总结	(33)
2.6 基于集合的模型举例	(33)
2.6.1 基本集合模型举例——员工安排模型	(34)
2.6.2 稠密衍生集合模型举例——配比模型	(37)
2.6.3 稀疏衍生集合模型举例——直接列表	(40)
2.6.4 稀疏衍生集合模型举例——元素过滤器	(44)
2.7 总结	(48)
第3章 变量限定函数的使用	(49)
3.1 简介	(49)
3.2 整型变量	(49)
3.2.1 普通整型变量	(50)
3.2.2 二进制整型变量	(52)
3.3 自由变量	(61)
3.3.1 自由变量举例——预测	(61)
3.3.2 建立模型	(62)
3.3.3 结果	(63)
3.4 限界变量	(64)
第4章 数据域和初始化域	(66)
4.1 模型的数据域	(66)
4.1.1 数据域简介	(66)
4.1.2 参数	(67)
4.1.3 估值分析	(67)
4.1.4 把属性初始化为同一个固定值	(68)
4.1.5 在数据域中省略值	(69)
4.2 模型的初始化域	(69)
第5章 窗口命令	(71)
5.1 窗口命令的使用	(71)
5.1.1 菜单	(71)
5.1.2 工具栏	(71)
5.1.3 快捷键	(72)
5.2 主要窗口命令	(72)
5.3 窗口命令详细介绍	(74)
5.3.1 File 菜单	(74)

5.3.2	Edit 菜单	(83)
5.3.3	LINGO 菜单	(92)
5.3.4	Window 菜单	(122)
5.3.5	Help 菜单	(124)
第 6 章	命令行命令	(129)
6.1	命令的简要介绍	(129)
6.2	命令的详细介绍	(131)
6.2.1	信息命令	(131)
6.2.2	输入命令	(132)
6.2.3	显示命令	(136)
6.2.4	文件输出命令	(140)
6.2.5	求解命令	(145)
6.2.6	编辑命令	(148)
6.2.7	交互参数命令	(150)
6.2.8	设置命令	(151)
6.2.9	其他命令	(152)
第 7 章	LINGO 的运算符和函数	(153)
7.1	标准运算符	(153)
7.1.1	算术运算符	(153)
7.1.2	逻辑运算符	(154)
7.1.3	关系运算符	(154)
7.1.4	运算符优先级	(155)
7.2	数学函数	(155)
7.3	金融函数	(156)
7.4	概率函数	(156)
7.5	集合处理函数	(158)
7.6	输入/输出函数	(159)
7.7	其他函数	(161)
第 8 章	与外部文件的接口	(164)
8.1	利用复制和粘贴命令传输数据	(164)
8.1.1	从 Excel 中导入数据	(164)
8.1.2	将数据导出到 Word 文件中	(165)
8.2	文本文件接口函数	(165)
8.2.1	利用@FILE 函数导入数据	(166)
8.2.2	在运输模型中使用@FILE 函数	(166)
8.2.3	利用@TEXT 函数导出数据	(168)
8.2.4	实例——在员工安排模型中使用@TEXT 函数	(169)
8.3	LINGO 命令脚本	(171)

8.3.1 一个命令脚本实例	(171)
8.3.2 AUTOLG.DAT 脚本文件	(173)
8.4 在命令行中的指定文件	(173)
8.5 重新定位输入和输出	(174)
第 9 章 与电子数据表的接口	(176)
9.1 从电子数据表中导入数据	(176)
9.1.1 使用@OLE 函数从 Excel 中导入数据	(176)
9.1.2 在运输模型中使用@OLE 函数导入数据	(177)
9.2 将求解结果导出到电子数据表中	(179)
9.2.1 使用@OLE 函数将求解结果导出到 Excel 中	(179)
9.2.2 在运输模型中使用@OLE 函数导出数据	(180)
9.2.3 输出统计报告	(181)
9.3 利用 OLE 技术实现与 Excel 的自动连接	(183)
9.4 将 LINGO 模型嵌入 Excel 中	(185)
9.5 在 LINGO 模型中嵌入 Excel 表格	(188)
第 10 章 与数据库的接口	(192)
10.1 ODBC 数据源	(192)
10.1.1 为 Access 数据库建立 ODBC 数据源	(193)
10.1.2 为 Oracle 数据库建立 ODBC 数据源	(197)
10.1.3 为 SQL Server 数据库建立 ODBC 数据源	(198)
10.2 利用@ODBC 函数从数据库中导入数据	(201)
10.2.1 利用@ODBC 函数导入数据语法	(201)
10.2.2 在 PERT 模型中利用@ODBC 函数导入数据	(202)
10.3 利用@ODBC 函数导出数据	(204)
10.3.1 利用@ODBC 函数导出数据的语法	(204)
10.3.2 在 PERT 模型中利用@ODBC 函数导出数据	(204)
10.3.3 输出统计报告	(205)
第 11 章 与其他应用软件的接口	(207)
11.1 LINGO 动态链接库	(207)
11.1.1 在员工安排模型中应用 LINGO DLL	(207)
11.1.2 模型	(208)
11.1.3 @POINTER 函数	(209)
11.1.4 LINGO DLL 的输出函数	(210)
11.1.5 使用 LINGO DLL 和 Visual C++ 求解员工安排模型	(214)
11.1.6 使用 LINGO DLL 和 Visual Basic 求解员工安排模型	(220)
11.1.7 使用 LINGO DLL 和 Delphi 求解员工安排模型	(225)
11.1.8 回调函数	(230)
11.1.9 总结	(238)

11.2	用户定义函数	(238)
11.2.1	在 Windows 系统下安装 @USER 函数	(239)
11.2.2	Visual C++ 例子	(239)
第 12 章	数学模型	(242)
12.1	LINGO 内部算法的使用	(242)
12.2	约束条件的类型	(242)
12.2.1	线性约束	(243)
12.2.2	非线性约束	(243)
12.3	局部最优和全局最优	(244)
12.4	函数的凹凸性	(244)
12.5	平滑和非平滑函数	(245)
12.6	非线性模型的解决方法	(246)
12.6.1	为变量定界	(246)
12.6.2	为变量指定初值	(246)
12.6.3	确定模型的合理数量级范围	(246)
12.6.4	简化关系	(246)
12.6.5	减少整型限制	(247)
第 13 章	LINGO 在环境系统优化中的应用	(248)
13.1	污染企业的生产安排问题	(248)
13.1.1	问题描述	(248)
13.1.2	LINGO 模型	(249)
13.1.3	求解结果	(249)
13.2	水处理最优方案问题	(250)
13.2.1	问题描述	(250)
13.2.2	LINGO 模型	(250)
13.2.3	求解结果	(251)
13.3	成本—效益问题	(252)
13.3.1	问题描述	(252)
13.3.2	LINGO 模型	(253)
13.3.3	求解结果	(253)
13.4	工业废水处理问题	(254)
13.4.1	问题描述	(254)
13.4.2	LINGO 模型	(254)
13.4.3	求解结果	(254)
13.5	河流污染控制问题	(255)
13.5.1	问题描述	(255)
13.5.2	LINGO 模型	(256)
13.5.3	求解结果	(257)

13.6 水资源开发利用问题	(259)
13.6.1 问题描述	(259)
13.6.2 LINGO 模型	(261)
13.6.3 求解结果	(261)
13.7 水资源分配问题	(262)
13.7.1 问题描述	(262)
13.7.2 LINGO 模型	(263)
13.7.3 求解结果	(264)
13.8 水库群最优调度问题	(265)
13.8.1 问题描述	(265)
13.8.2 LINGO 模型	(267)
13.8.3 求解结果	(268)
13.9 多目标土地规划问题	(272)
13.9.1 问题描述	(272)
13.9.2 LINGO 模型	(274)
13.9.3 求解结果	(276)
13.10 用地规划问题	(279)
13.10.1 问题描述	(279)
13.10.2 LINGO 模型	(280)
13.10.3 求解结果	(280)
13.11 大气污染物排放的控制问题	(281)
13.11.1 问题描述	(281)
13.11.2 LINGO 模型	(282)
13.11.3 求解结果	(283)
13.12 固体废弃物处置问题	(285)
13.12.1 问题描述	(285)
13.12.2 LINGO 模型	(286)
13.12.3 求解结果	(286)
13.13 肥料贮存问题	(287)
13.13.1 问题描述	(287)
13.13.2 LINGO 模型	(289)
13.13.3 求解结果	(290)
13.14 农业面源污染控制问题	(293)
13.14.1 问题描述	(293)
13.14.2 LINGO 模型	(293)
13.14.3 求解结果	(294)
13.14.4 应用 Delphi 建立模型界面	(294)
13.15 农药管理问题	(297)

13.15.1 问题描述 (297)

13.15.2 LINGO 模型 (298)

13.15.3 求解结果 (299)

参考文献 (300)

第 1 章 LINGO 概述

由美国 LINDO 公司开发的 LINGO 软件是一个利用线性和非线性最优化方法将复杂的大型规划问题转化为简明公式的工具,具有简单、实用的特点。它可以建立、求解最优化模型并分析所得结果。LINGO 的最优化功能可以帮助用户找到可行解中的最佳结果,从而获得最大的利润、最高的产量、最大的满足等。换句话说,就是以最低的投入、最少的浪费或者最小的不满达到预期的最佳效果。通常利用最优化技术可以使时间、金钱、设备、人力、库存等资源得到最有效的利用。最优化问题分为线性问题和非线性问题,这取决于变量和变量之间的关系是线性的还是非线性的。

在本章中,将首先对 LINGO 软件的功能和用法进行全面而简要的介绍,使用户对 LINGO 软件有大概的认识,能够胜任简单的编程工作。在以后的章节中,对 LINGO 软件的各个部分作详细介绍,从而为高级用户提供使用指导,为建立复杂的 LINGO 模型并以最佳方式进行求解创造条件。

1.1 Windows 版本的 LINGO 使用简介

1.1.1 安装 LINGO

这一部分内容将介绍如何在 Windows 环境下安装 LINGO 软件。若要在 Windows 以外的平台上安装 LINGO,请参照软件中的安装说明。

安装 LINGO 软件非常简单,运行 LINGO 文件夹中的安装程序 SETUP.exe, LINGO 的安装程序就启动了,并且会指导用户一步一步地将 LINGO 安装在硬盘中。

LINGO 的一些版本要求用户在安装程序完成后输入密码,并且密码只需要在首次启动 LINGO 时输入一次,以后再运行将不再输入。若不知道密码,一般可以在光盘盒上找到。

如果所使用的 LINGO 版本要求输入密码,会在启动 LINGO 时出现图 1-1 所示的对话框。

在编辑框中输入密码(包括连字符,并且注意密码是区分大小写的),然后点击 OK 按钮进行确认, LINGO 就启动了。

如果没有密码,还可以点击 Demo 按钮,在试用模式下运行 LINGO。在试用模式下, LINGO 几乎具有标准版本的所有功能,只是对问题的规模进行了限制。

1.1.2 运行 LINGO

这部分内容将简要介绍如何在 Windows 环境中建立并求解一个小模型。因为模型的结构与操作系统无关,所以如果使用的不是 Windows 系统,仍然需要阅读这一部分内容。但是,值得注意的是,建立模型的方法在不同的操作系统下会略有不同,这将在后面介绍。在 Windows 环境下启动 LINGO 时,将会看到类似图 1-2 所示的 LINGO 初始界面。

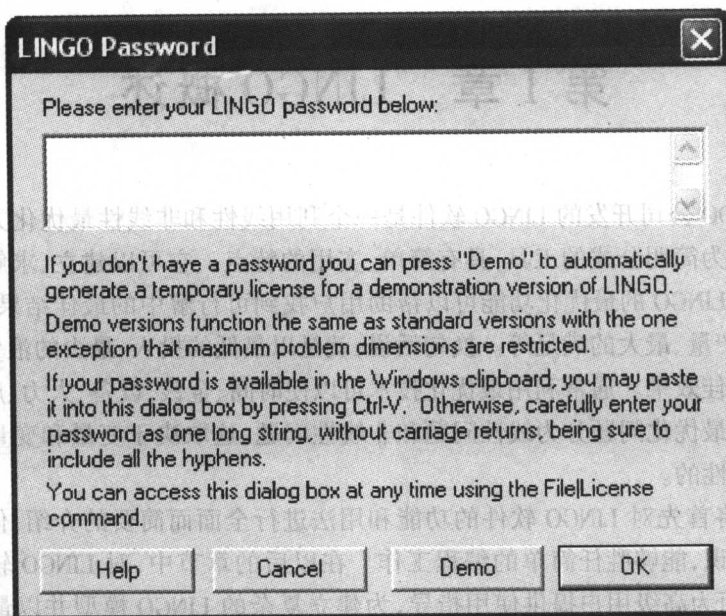


图 1-1 密码输入界面

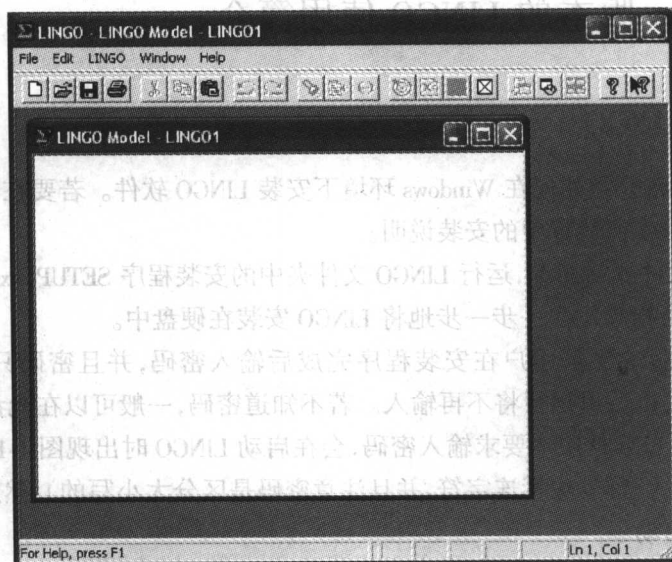


图 1-2 LINGO 初始界面

图 1-2 的最外层窗口是主窗口。主窗口的顶部包括所有的命令菜单和工具栏。主窗口的底部有一个状态栏,它提供 LINGO 当前运行状态的各种即时信息。工具栏和状态栏均可以通过使用 LINGO!Option 命令显示或隐藏。

标有 LINGO Model-LINGO1 的子窗口是一个新建的、空白的模型窗口。LINGO 模型都是在这样的子窗口中输入的。

1.1.3 LINGO 模型实例

假设 CompuQuick 公司生产 Standard 和 Turbo 两种类型的电脑,并且每出售一台 Standard 电脑能够获利 100 美元,而出售一台 Turbo 电脑获利 150 美元。Standard 和 Turbo 电脑生产线的生产能力分别为 100 台/天和 120 台/天。CompuQuick 公司所有工人每天所能提供的劳动时间是 160 小时。每生产一台 Standard 电脑需要一个工时,而每生产一台 Turbo 电脑需要两个工时。现在的问题是在不超过生产能力和劳动力限制的条件下,如何安排 Standard 和 Turbo 两种电脑的生产可使 CompuQuick 公司获利最大。

一般说来,一个最优化模型由以下三个部分构成。

1) 目标函数。目标函数是用来表示优化对象的函数式。在 LINGO 中,通常表示为利润最大或成本最低等。一个模型最多只能有一个目标函数。在上述 CompuQuick 公司的实例中,目标函数就是以一定比例生产 Standard 和 Turbo 两种电脑所获得的利润。

2) 变量。变量也称为决策变量,是可以控制的量。最优化的目的就是在满足一切约束条件的前提下确定变量的值,以获得目标函数的最优解。在这个实例中有两个变量,它们分别是 Standard 电脑的生产数量 STANDARD 和 Turbo 电脑的生产数量 TURBO。

3) 约束条件。大多数模型对变量的取值都有一定的限制,至少包括一种资源的限制(例如时间、原材料、部门预算等)。这些限制由变量构成的一些表达式组成,因为它们约束了变量的取值范围,所以这些表达式就是约束条件。在 CompuQuick 实例中,每一条生产线的生产能力和劳动力的可使用量均有一个约束条件。

现在就这一实例建立目标函数,分别用 STANDARD 和 TURBO 代表 Standard 和 Turbo 两种计算机的产量。CompuQuick 公司的目标是总利润最大,在公式之前加上“MAX =”表示求最大值。因此,下列目标函数可以写进模型窗口的第一行:

$$\text{MAX} = 100 * \text{STANDARD} + 150 * \text{TURBO};$$

注意:LINGO 模型中的每一行必须以分号结束,否则,模型将无法求解。接下来,在目标函数的下面输入生产能力和劳动力这两个约束条件。

$$\text{STANDARD} < = 100;$$

$$\text{TURBO} < = 120;$$

注意:在 LINGO 中,可以用两个符号“< =”来代替“≤”,或者甚至可以简单地输入“<”来代替“≤”。同样,“> =”或者“>”可以代替“≥”。最后一个约束条件是劳动力数量,由下式表示:

$$\text{STANDARD} + 2 * \text{TURBO} < = 160;$$

也就是说,工时总数(STANDARD + 2 * TURBO)不得大于(< =)所提供劳动时间的总量(160)。

将上述表达式输入完毕后,还可以增加一些注释以提高模型的可读性。这样就得到如图 1-3 所示的模型窗口。

根据用户需要,一个表达式可以分成任意多行书写,但是每个表达式必须以分号结束。例如,用一个表达式表示的目标函数可以写为两行。

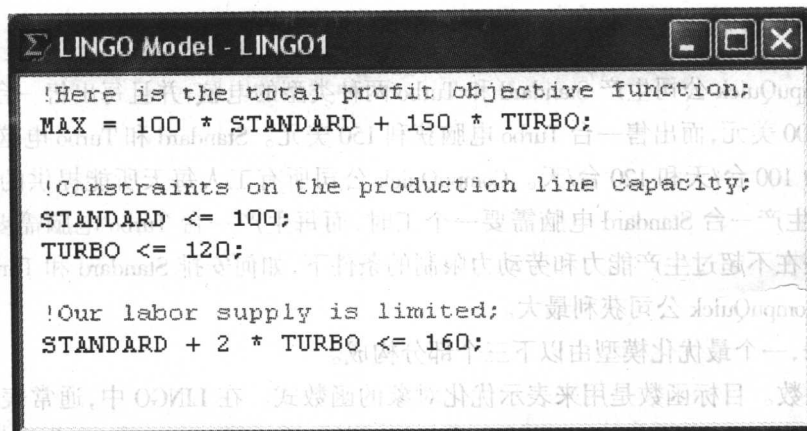


图 1-3 模型窗口

```
MAX = 100 * STANDARD
      + 150 * TURBO;
```

注释部分以感叹号(!)开始,以分号(;)结束。在 LINGO 中,感叹号和分号中间的内容将被忽略而不予执行。注释部分可以占用多行,也可以插入到其他的 LINGO 表达式中。例如:

```
X = 1.5 * Y + Z / 2 * Y; ! This is a comment;
```

```
X = 1.5 * ! This is a comment in the middle of a constraint;
```

```
Y + Z / 2 * Y;
```

由于 LINGO 并不区分变量中字母的大小写,所以下列变量名在 LINGO 中是一样的。

TURBO

Turbo

turbo

但是所有的变量名都必须由字母 A ~ Z 开始,之后可以是字母、数字(0 ~ 9)或者下划线(_),并且变量名的长度限制在 32 个字符内。另外,值得注意的是,LINGO 编辑器能够对语法进行识别,当遇到 LINGO 的关键字时,文本会自动显示为蓝色,注释行则用绿色显示,其他文本用黑色显示。当把光标紧贴一个括号并放到其后时,与之相匹配的另一个括号将会用红色突出显示。这些语法识别功能是非常有用的,可以帮助检查模型中的语法错误。

1.1.4 模型的求解

模型建立完成之后就可以求解。选择 LINGO 菜单中的 Solve 命令,或者按下工具栏中的 Solve 按钮() ,LINGO 就开始对模型进行编译。在这一过程中,LINGO 会进行语法校验,检验是否有语法错误。如果 LINGO 不能通过这一检验,将会出现错误信息提示。例如少用了乘号,将会出现图 1-4 所示的错误信息。

图 1-4 表示这是一个语法错误,并列出了错误的第二行。

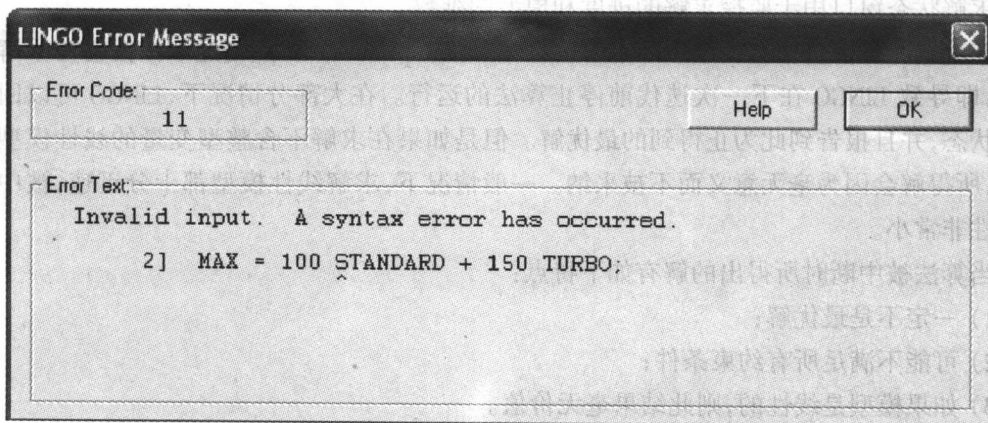


图 1-4 错误信息

1.1.1.5 求解状态窗口

如果在编译过程中没出现语法错误, LINGO 将调用适当的内部算法对模型进行求解。在算法开始执行时, 会出现图 1-5 所示的求解状态窗口。

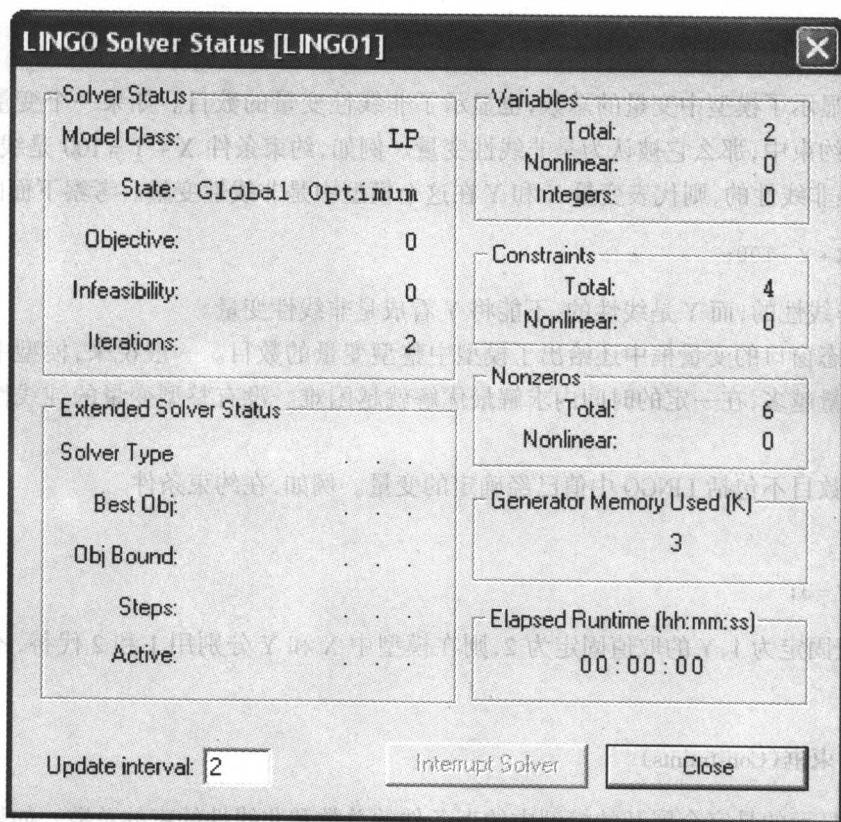


图 1-5 求解状态窗口

求解状态窗口用于监控求解的进度和模型的维数。

在求解状态窗口中有一个中断求解的按钮“Interrupt Solver”。点击这个按钮将使求解过程中断,即导致 LINGO 在下次迭代前停止算法的运行。在大部分情况下,LINGO 可以回到原来的状态,并且报告到此为止得到的最优解。但是如果在求解不含整型变量的线性模型时被中断,所得解会因为毫无意义而不被采纳。一般情况下,求解线性模型都十分迅速,被中断的可能性非常小。

当算法被中断时所得出的解有如下特点:

- 1) 一定不是最优解;
- 2) 可能不满足所有约束条件;
- 3) 如果模型是线性的,则此结果毫无价值。

点击 Interrupt Solver 按钮旁边的 Close 按钮可关闭求解状态窗口。这个窗口又可通过选择 Windows 菜单中的 Satus Windows 命令随时被打开。

在求解状态窗口的左下方有一个 Update interval 文本框。通过自由设置 Update interval 的值,可以控制 LINGO 自动刷新求解状态窗口的时间。若该值被设置为 0,LINGO 将会花费大量的时间来更新求解状态窗口,但是在求解大型模型时,LINGO 并不会以相同的时间间隔来更新求解状态窗口。

1.1.5.1 变量框(Variables)

变量框显示了模型中变量的总数,也显示了非线性变量的数目。如果一个变量存在于模型的非线性约束中,那么它被认为是非线性变量。例如,约束条件 $X + Y = 100$ 是线性的,而 $X * Y = 100$ 是非线性的,则代表变量 X 和 Y 在这个模型中是非线性变量。考察下面的约束式:

$$X * X + Y = 100;$$

式中, X 是非线性的,而 Y 是线性的,不能将 Y 看成是非线性变量。

求解状态窗口的变量框中还给出了模型中整型变量的数目。一般说来,模型中非线性变量和整型变量越多,在一定的时间内求解最优解就越困难。没有整型变量的纯线性模型求解最快。

变量的数目不包括 LINGO 中值已经确定的变量。例如,在约束条件

$$X = 1;$$

$$X + Y = 3;$$

中, X 的取值固定为 1, Y 的取值固定为 2,则在模型中 X 和 Y 分别用 1 和 2 代替,不计入变量的总数。

1.1.5.2 约束框(Constraints)

约束框显示的是完全展开的模型中约束条件的总数和非线性约束的总数。如果一个约束条件中有一个以上的非线性变量,则此约束条件就是非线性约束。如果一个约束条件中的所有变量均取定值,则此约束条件为固定约束。固定约束不计入约束总数。